

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-007250

(43)Date of publication of application : 12.01.1996

(51)Int.Cl.

G11B 5/66

G11B 5/02

G11B 5/85

(21)Application number : 06-131571

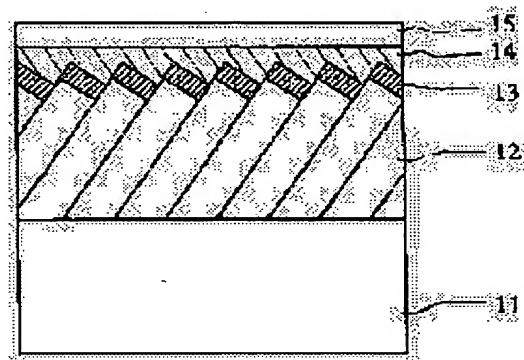
(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 14.06.1994

(72)Inventor : TANAHASHI KIWAMU
TAKAYAMA TAKANOBU
HOSOE YUZURU
FUTAMOTO MASAOKI**(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC STORAGE DEVICE USING THIS MEDIUM****(57)Abstract:**

PURPOSE: To obtain a magnetic recording medium using a smooth substrate and having high intransurface magnetic anisotropy, and high coercive force and a magnetic storage device using the medium.

CONSTITUTION: When a nonmagnetic underlayer 12, a magnetic layer 13 and a protective layer 14 are successively laminated on a nonmagnetic substrate 11 to obtain a magnetic recording medium, the substrate 11 is made of a substrate of glass, carbon, silicon, etc., having a smooth surface, the angle of inclination of columnar grains constituting the underlayer 12 is regulated to the range of 20-50° from the normal direction of the substrate 11 and the ratio (t_1/t_2) of the thickness (t_1) of the magnetic layer 13 to the thickness (t_2) of the underlayer 12 is regulated to ≤ 0.2 . High density recording is possible.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-7250

(43)公開日 平成8年(1996)1月12日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	5/66			
	5/02	A 8841-5D		
	5/85	A 7303-5D		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平6-131571

(22)出願日 平成6年(1994)6月14日

(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(72)発明者 棚橋 究
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 高山 孝信
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 細江 譲
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体及びこれを用いた磁気記憶装置

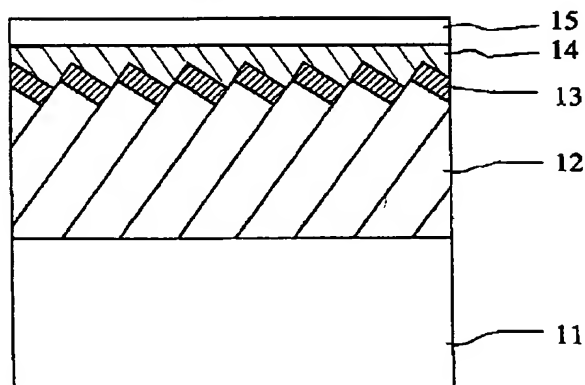
(57)【要約】

【目的】 平滑基板を使用し、強い面内の磁気異方性、高い保磁力を有する磁気記録媒体、及びこれを用いた磁気記憶装置を提供する。

【構成】 非磁性基板11上に非磁性下地層12、磁性層13、保護層14を順次積層されてなる磁気記録媒体であって、非磁性基板11をガラス、カーボン、シリコン等の平滑な表面を有する基板で構成し、非磁性下地層12を構成する柱状粒子の傾斜角度が非磁性基板11の法線方向から20°以上、50°以下の範囲にあり、磁性層13の膜厚(t₁)と非磁性下地層12の膜厚(t₂)の膜厚比(t₁/t₂)を0.2以下の範囲とする。

【効果】 高密度記録が可能となる。

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】非磁性基板上に非磁性下地層、磁性層および保護層が順次積層されてなる磁気記録媒体において、前記非磁性基板が平滑な表面を有する基板からなり、前記非磁性下地層が柱状粒子により構成され、前記柱状粒子の傾斜角度が、前記非磁性基板の法線方向から 20° 以上、 50° 以下の範囲にあり、前記磁性層の膜厚(t_1)と前記非磁性下地層の膜厚(t_2)の膜厚比(t_1/t_2)が、0.2以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】前記磁性層の膜厚が10nm以上、30nm以下の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体。

【請求項3】前記非磁性下地層の膜厚が100nm以上、300nm以下の範囲にあることを特徴とする請求項1もしくは2に記載の磁気記録媒体。

【請求項4】前記非磁性下地層が、斜め蒸着法もしくは斜めスパッタリング法により形成されたことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項5】前記非磁性基板がガラス、カーボン、又はシリコンからなることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項6】磁気記録媒体と、磁気記録媒体を回転駆動する回転駆動部と、磁気ヘッドと、磁気ヘッド駆動部と、記録再生信号処理系とを具備してなる磁気記憶装置であって、前記磁気記録媒体が、請求項1から請求項5のいずれかに記載の磁気記録媒体であることを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は磁気記録媒体および磁気記憶装置に係り、特に高密度磁気記録に好適な薄膜型記録媒体、及びこれを用いた小型大容量磁気記憶装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータのダウンサイジングに伴い、磁気ディスク装置その他の外部記憶装置の小型大容量化・高速アクセス化が強く求められている。特に、磁気ディスク記録装置は高密度高速記録に適した記憶装置であり、その需要が一段と強まりつつある。磁気ディスク装置に用いられる磁気記録媒体として、酸化物磁性体の粉末をディスク基板上に塗布した塗布型の記録媒体と、金属磁性体の薄膜を基板上にスパッタリング等の方法により蒸着した薄膜型の記録媒体とが知られている。

【0003】この薄膜型記録媒体は、塗布型記録媒体と比較して記録膜中の磁性体の密度が高いため、高密度の記録に適している。薄膜媒体の基板には通常N-P-Mエキシマ膜が施されたAl(アルミ)合金が用いられ、さらに基板表面には、ヘッド粘着、及び基板の方向を磁化容

易軸とする面内磁気異方性付与の目的で、表面中心線平均粗さが2nmないし100nm程のテクスチャーと呼ばれる溝や突起が形成されている。

【0004】現在、実用化されているAl合金基板を用いた磁気ディスク装置は、面内磁気異方性を利用して高い記録密度を実現している。一方、磁気ディスク装置の小型化に伴い、ノート型パソコンといった可搬型コンピュータにも組み込まれるようになり、そのため、ディスクの耐衝撃性の要求が一段と高まっている。従来使われているAl(アルミ)合金基板ではAl(アルミ)合金の硬さが不十分のため、ヘッドがディスクに衝突した際、ディスクが損傷する恐れがある。そこで耐衝撃性に優れたガラス基板が注目を集めているが、表面が硬くテクスチャー加工が困難という問題がある。

【0005】ヘッド粘着の問題は基板もしくは保護膜に等方的な凹凸を形成することで解決できるが、この手法では面内磁気異方性を付けることはできない。平滑基板上で面内磁気異方性を付ける方法として斜め蒸着法(例えば特開昭58-128023号公報)や斜めスパッタリング法(例えば特開昭62-82516号公報、特開昭62-150516号公報、特開平4-182925号公報)といった斜め入射法が知られているが、面内磁気異方性は付与できるが、面内保磁力は最大でも1.6kOe以下と低く、高密度磁気記録媒体(例えば、2Gb/inch²の面記録密度を実現するためには、2kOe以上の面内保磁力が必要である)としては不十分である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】耐衝撃性に優れたガラス基板を用いた磁気ディスク装置が製品化されはじめたが、面記録密度はAl(アルミ)合金基板を用いた磁気ディスク装置に比べ低いのが現状である。この原因の一つとして前述したように面内磁気異方性を付与できないことがあげられる。今後、ガラス、カーボン、シリコン等の表面が極めて平滑な基板を用いた磁気ディスク装置で、Al(アルミ)合金基板を用いた磁気ディスク装置と同等以上の面記録密度を達成するためには、強い面内磁気異方性および高い面内保磁力を有する磁気記録媒体を形成する必要がある。

【0007】以上の従来技術における課題および状況を鑑み、本発明の第一の目的は、表面が極めて平滑な基板で強い面内の磁気異方性および高い保磁力を有する磁気記録媒体を提供することであり、第二の目的はこのような媒体を用いた大容量で高い信頼性を有する磁気記憶装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の上記第一の目的を達成するために、非磁性基板上に非磁性下地層、磁性層および保護層が順次積層されてなる磁気記録媒体において、非磁性基板が平滑な表面を有する基板からなり、

3

非磁性下地層が柱状粒子により構成され、柱状粒子の傾斜角度が、非磁性基板の法線方向から 20° 以上、 50° 以下の範囲にあり、磁性層の膜厚(t_1)と非磁性下地層の膜厚(t_2)の膜厚比(t_1/t_2)が、0.2以下とする。さらに、(1)磁性層の膜厚(t_1)が10nm以上、30nm以下の範囲にあること、(2)非磁性下地層の膜厚(t_2)が100nm以上、300nm以下の範囲にあること、(3)非磁性下地層が、斜め蒸着法もしくは斜めスパッタリング法により形成されること、(4)基板がガラス、カーボン、又はシリコンからなること、が最も好ましい。

【0009】上記第二の目的を達成するために、上記の磁気記録媒体と、記録用電磁誘導型薄膜磁気ヘッドと再生用磁気抵抗効果型磁気ヘッドを組み合わせた複合磁気ヘッドを用いて、磁気記憶装置を構成する。また、磁気記憶装置のための信号処理手段として、最尤復号法による信号処理手段を使用すると、さらに記録密度を向上できるので望ましい。

【0010】

【作用】非磁性下地層を斜め蒸着法もしくは斜めスパッタリング法により形成すると、非磁性下地層の膜構造は柱状構造となり、柱状粒子21は蒸気の入射方向に傾斜して成長する。柱状粒子の傾斜角度を、非磁性基板法線方向から 20° 以上、 50° 以下、磁性層の膜厚(t_1)と非磁性層の膜厚(t_2)の膜厚比(t_1/t_2)を0.2以下の範囲に設定すると、図2の3次元模式図に示すように、磁性層の粒子は非磁性下地層の柱状粒子21の形状を引き継いで成長する。

【0011】蒸気入射方向24と直交する方向26(以下、直交方向と呼び、図4に示すように、この直交方向46は、蒸気入射面42と磁性層により形成される平均的な面との交線と与えられる方向(以下、平行方向45と呼ぶ)と直交する方向である)には、磁性層の粒子22は複数個(平均的には、2~3個)が垂直方向26で連結して、クラスタ23を形成する。一方、平行方向25(図4の平行方向45に対応する)には、非磁性下地層の柱状粒子21の段差があるため、段差の間では磁性層の隣接する粒子は連結しない。即ち、同一段差内において、直交方向26で各柱状粒子21上に形成された磁性層22が、複数個連結してクラスタ23が形成される。

【0012】クラスタ23は、蒸気入射方向と直交する方向(直交方向26)を長軸とする異方的な形状を持つため、いわゆる形状磁気異方性により一軸異方性が誘起され、磁性層面内で蒸気入射方向と直交する方向が磁化容易軸とする磁気異方性が付与される。また、非磁性下地層の膜厚を100nm以上、300nm以下に設定することにより非磁性下地層の柱状粒子のサイズが均一化し、さらに磁性層の膜厚を10nm以上、30nm以下に設定することによりクラスタのサイズは熱揺らぎを

4

受けにくく、かつ単磁区粒子的に振る舞うサイズとなる。その結果、高い保磁力が得られ、かつ磁化状態の分散(磁化方向のバラツキ)が小さくなり媒体ノイズが減少する。

【0013】本発明の磁気記録媒体は、媒体ノイズを低く抑えることができるので、記録用電磁誘導型薄膜磁気ヘッドと再生用磁気抵抗効果型磁気ヘッドを組み合わせた複合磁気ヘッドを用いることにより、1平方インチあたり1ギガビットの記録密度を実現できる。

【0014】

【実施例】図1に示すように、非磁性基板11上に非磁性下地層12、磁性層13、保護層14を、斜め蒸着法もしくは斜めスパッタリング法により順次形成する。磁性層13および保護層14は、通常の蒸着法もしくはスパッタリング法により形成してもよい。このとき基板温度は 100°C 以上、 300°C 以下とし、蒸気入射角度を非磁性基板法線方向から 40° 以上、 70° 以下とするのが望ましい。

【0015】強い面内磁気異方性および高い面内保磁力を有する磁気記録媒体を形成するには、磁性層13の膜構造を磁性粒子が複数個連結した異方的なクラスタ構造にし、なおかつ隣接するクラスタ間の磁氣的相互作用を低減することが有効である。このような膜構造を実現するためには非磁性下地層12の膜構造を柱状構造にし、柱状粒子の傾斜角度を非磁性基板法線方向から 20° 以上、 50° 以下とし、なおかつ磁性層の膜厚(t_1)と非磁性層の膜厚(t_2)の膜厚比(t_1/t_2)を0.2以下とすることが望ましい。非磁性下地層の膜厚は100nm以上、300nm以下、磁性層の膜厚は10nm以上、30nm以下の範囲とするのが、クラスタのサイズを均一化する上で望ましい。なお、保護層14の上に、最終的に潤滑層15を形成する。以下、本発明の磁気記録媒体の実施例を、詳細に説明する。

【0016】(実施例1)図3に示すように、表面中心線平均粗さが1.4nmを有する外径95mmφの強化ガラス基板(コーニング0313)からなる基板31上に200nmのCr下地層32、10nm~30nmのCo磁性層33、10nmのカーボン保護層34を斜め蒸着法により形成し、最後に3nmのパーフルオロアルキルポリエーテル系の潤滑層35を形成した。蒸気入射角度は基板法線方向に対し、 45° と 70° とした。蒸着前の真空度は $2 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ 、基板温度は 300°C 、蒸着速度はCr下地層を(0.5nm~1.0nm)/s、Co磁性層及びカーボン保護膜を(0.05nm~1.0nm)/sとした。

【0017】また、比較例1として蒸気入射角度を 20° とした磁気記録媒体を、比較例2としてCo磁性層の膜厚を50nm以上とした磁気記録媒体を、それぞれ実施例1と同様な条件で作製した。ここで、実施例1および比較例1の媒体では、磁性層の膜厚(t_1)と非磁性

5

下地層の膜厚 (t_2) の膜厚比 (t_1/t_2) が0.2以下、比較例2の媒体では、上記の膜厚比が0.2以上となっている。

【0018】実施例1、及び比較例1、2の磁気記録媒体の面内保磁力を、試料振動型磁力計 (VSM) を用いて測定した。ここで最大印加磁界は13 kOeとした。図4に示すように、面内保磁力の測定方向は膜面内で蒸気の入射方向に沿った方向 (平行方向45) と直交する方向 (直交方向46) の2方向とした。平行方向45と、直交方向46は言い替えると、平行方向45は、蒸気入射面42 (この面の所定位置に蒸気入射方向44が、面41の法線軸から所定の蒸気入射角度をもって配置される) と、磁性層により形成される平均的な面41との交線で与えられる方向であり、直交方向46は、平行方向45と直交する方向である。

【0019】図5に、膜面内で蒸気の入射方向に沿った平行方向45で測定した面内保磁力を、図6に、膜面内で蒸気の入射方向と直交する直交方向46で測定した面内保磁力を、それぞれ示す。以下、図5、図6、図7において、点□、点△ (黒塗の点△も同じ)、点○ (黒塗の点○も同じ) は、蒸気入射角度がそれぞれ、20°、45°、70°であることを示す。さらに、図5において、Co磁性層の膜厚約30 nmでの、実施例1の2点 (黒塗の点△、黒塗の点○)、比較例3における点○と点□はそれぞれ重なり、また図6において、Co磁性層の膜厚約30 nmでの比較例3における点○と点△はほぼ重なる。

【0020】Co磁性層の膜厚が10 nm~30 nmの範囲で、蒸気入射角度を45°と70°とした場合は、高い面内保磁力が得られ、蒸気の入射方向と直交する方向では1700 Oe以上、最大で2983 Oeの高い面内保磁力が得られた。比較例1の蒸気入射角度を20°とした媒体の面内保磁力は、最大でも1500 Oeに達しなかった。また比較例2のCo磁性層の膜厚が50 nm以上の媒体も、面内保磁力が1100 Oe以下と低かった。

【0021】次に実施例1、及び比較例1、2の面内の磁気異方性を調べるために、トルクカーブを測定した。ここで印加磁界は13 kOeとした。トルクカーブの $\sin(2\theta)$ 成分をCo磁性膜の体積で割り、面内の磁気異方性エネルギーを求め、その結果を図7に示す。図7において、Co磁性層の膜厚約30 nmでの比較例3における点○と点△と点□はほぼ重なる。実施例1の媒体は、膜面内で蒸気入射方向と直交する方向を磁化容易軸とする一軸磁気異方性を示し、 $8 \times 10^5 \text{ erg/cc}$ 以上、最大で $1 \times 10^6 \text{ erg/cc}$ の高い磁気異方性エネルギーが得られた。それに対し、比較例1の蒸気入射角度を20°とした媒体は、最大でも $5 \times 10^5 \text{ erg/cc}$ に達しなかった。また、比較例2のCo磁性層の膜厚が50 nm以上の媒体も、磁気異方性エネルギー

6

が $7 \times 10^5 \text{ erg/cc}$ 以下と実施例1の媒体に比べ低かった。

【0022】実施例1、および比較例1の媒体の断面形態を走査型電子顕微鏡で観察した結果、実施例1の媒体のCr下地層は明瞭な柱状組織となっており、柱状粒子の傾斜角度は基板の法線方向から20°以上、50°以下の範囲にあった。一方、比較例1の媒体のCr下地層には、明瞭な柱状組織がみられなかった。

【0023】以上のことより、強い面内磁気異方性および高い保磁力を有する磁気記録媒体を作製するためには、非磁性下地層の柱状粒子の傾斜角度を、基板の法線方向より20度以上、50°以下の範囲とし、かつ磁性層の膜厚 (t_1) と非磁性下地層の膜厚 (t_2) の膜厚比 (t_1/t_2) を0.2以下にすることが有効であることが判明した。

【0024】Cr下地層が、面内の保磁力及び磁気異方性に与える影響を明らかにするために、比較例3としてCr下地を形成せず、ガラス基板上に直接Coを30 nmの厚さ形成した媒体の面内保磁力と磁気異方性エネルギーを測定した。その結果を図5、図6、図7に示す。Cr下地層を形成しない比較例3の媒体の面内保磁力は、蒸気入射角度にほとんど依存せず、約500 Oeと小さい値を示し、また磁気異方性エネルギーも $1 \times 10^5 \text{ erg/cc}$ 以下と小さかった。即ち、Cr下地膜は面内保磁力を高め、磁気異方性を付与する役割を果たしていることが判明した。

【0025】(実施例2) 以下に、本発明の磁気記憶装置の実施例について詳細に説明する。実施例1と同様にして、表面中心線平均粗さが1.4 nmを有する外径9.5 mmφの強化ガラス基板 (コーニング0313) 上に200 nmのCr下地層、10 nmのCo磁性層、10 nmのカーボン保護層を、斜め蒸着法により形成し、最後に3 nmのパーフルオロアルキルポリエーテル系の潤滑層を形成した。なお、図8に示すようにガラス基板72を、一部に開口を有するマスク73で覆い、基板ホルダー71と基板固定部材71'によりガラス基板72を固定して、ガラス基板72を回転させ、蒸発源74からの蒸気入射角度を基板の法線方向に対して45°だけ基板の半径方向に傾斜させて設定した。蒸着前の真空度、基板温度、蒸着速度は、実施例1の条件と同じである。このようにして得られた磁気記録媒体を、1枚~10枚組み込んで磁気記憶装置を作製した。図9(a)、及び図9(b)にそれぞれ、磁気記憶装置の平面模式図および断面図を示す。この装置は磁気記録媒体81と、これを回転駆動する駆動部82と、磁気ヘッド83、及びその駆動手段84と、磁気ヘッド83の記録再生処理手段85を有してなる、周知の構成を持つ磁気記憶装置である。磁気ヘッド83として、記録用電磁誘導型薄膜磁気ヘッドと再生用磁気抵抗効果型磁気ヘッドを組み合わせた複合磁気ヘッドを用い、記録密度として、1平方イン

7

チあたり1ギガビットが実現できた。

【0026】以上の各実施例において、磁性層としてC_oを用いたが、C_oの代わりにCoNiCr、CoCrTa、CoCrPt等のC_o系合金を用いても同様な結果が得られた。又、平坦基板として、ガラス基板の代わりにカーボン基板、又はシリコン基板を使用しても同様の結果を得ることができ、平坦基板の表面中心線平均粗さは、2nm以下であることが好ましい。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、ガラス、カーボン、シリコン等の表面が平滑な基板で高密度記録が可能な磁気記録媒体、及びこれを用いた小型で大容量の磁気記憶装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体の模式的断面を示す図。

【図2】本発明の磁気記録媒体の磁性層と非磁性下地層の界面部分を模式的に示す図。

【図3】本発明の一実施例の磁気記録媒体の断面を模式的に示す図。

【図4】本発明の一実施例の蒸気入射角度及び面内保磁力の測定方向の定義を示す図。

【図5】本発明の一実施例の磁気記録媒体の蒸気入射方向と、平行方向の面内保磁力とC_o磁性層の膜厚との関係を示す図。

8

【図6】本発明の一実施例の磁気記録媒体の蒸気入射方向と、直交方向の面内保磁力とC_o磁性層の膜厚との関係を示す図。

【図7】本発明の一実施例の磁気記録媒体の磁気異方性エネルギーとC_o膜厚との関係を示す図。

【図8】本発明の一実施例の磁気記録媒体の基板と蒸気入射方向との関係を示す図。

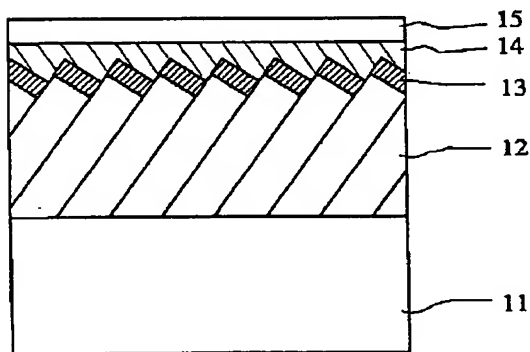
【図9】(a)は本発明の一実施例の磁気記憶装置を模式的に示す平面図、(b)は(a)におけるA-A'断面図。

【符号の説明】

11…非磁性基板、12、21…非磁性下地層、13、22…磁性層、14…保護層、15、35…潤滑層、23…クラスタ、24、44…蒸気入射方向、31、72…ガラス基板、32…Cr下地層、33…C_o磁性層、34…カーボン保護層、41…磁性層により形成される平均的な面、42…蒸気入射面、43…蒸気入射角度、44…蒸気入射方向、25、45…平行方向、26、46…直交方向、71…基板ホルダー、71'…基板固定部材、73…マスク、74…蒸着源、81…磁気記録媒体、82…磁気記録媒体駆動部、83…磁気ヘッド、84…磁気ヘッド駆動部、85…記録再生信号処理系。

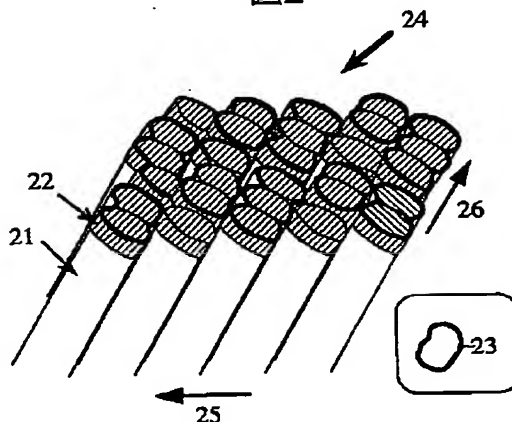
【図1】

図1



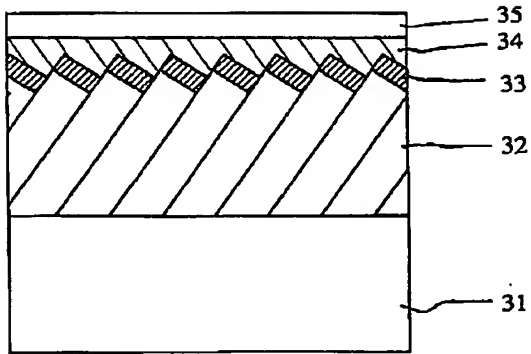
【図2】

図2



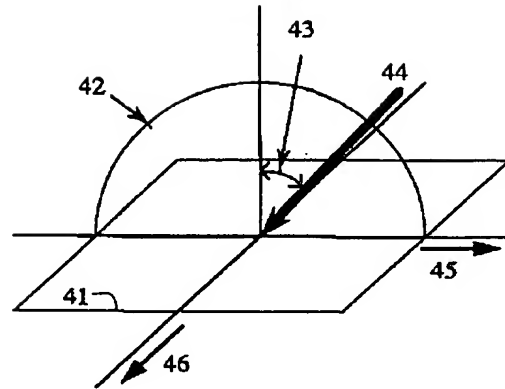
【図3】

図3



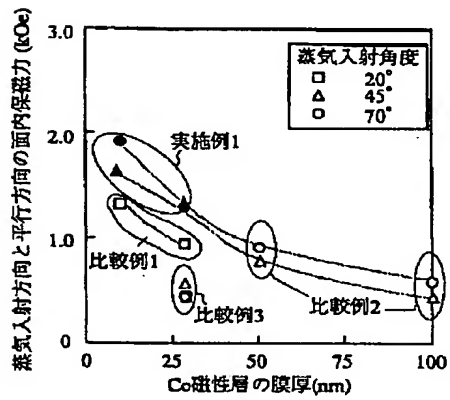
【図4】

図4



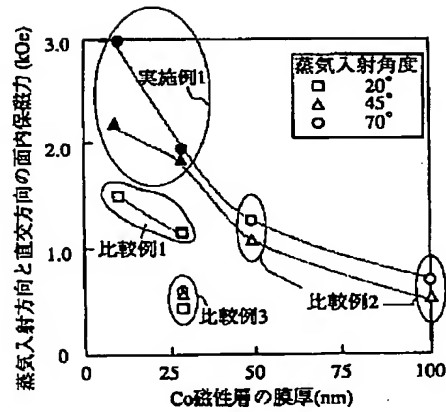
【図5】

図5



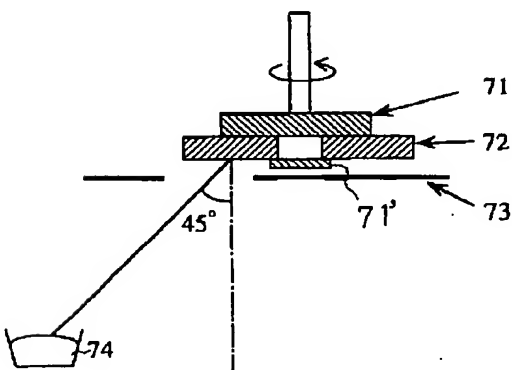
【図6】

図6

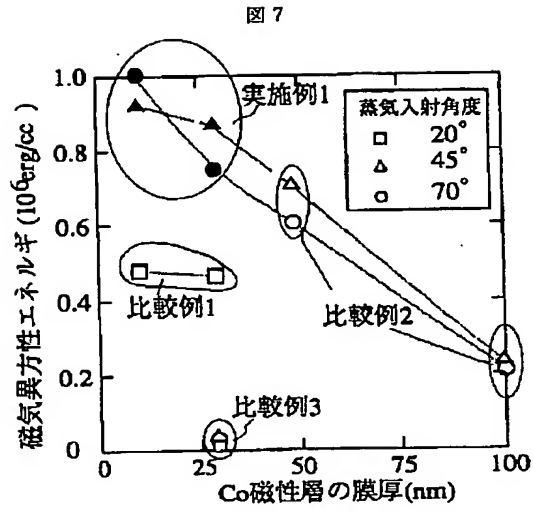


【図8】

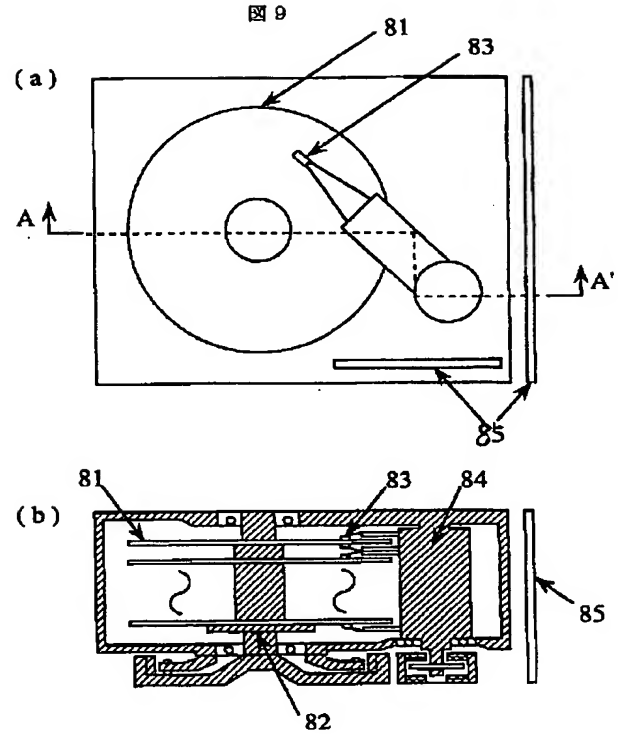
図8



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 二本 正昭
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地
 株式会社日立製作所中央研究所内